

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 670 941**

51 Int. Cl.:

G01B 11/27

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.11.2012** E 12191583 (9)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.04.2018** EP 2592380

54 Título: **Dispositivo y método para determinar la orientación de dos ejes, conectados mediante dos juntas universales, y un tercer eje con una junta pivotante**

30 Prioridad:

08.11.2011 DE 102011055119

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

04.06.2018

73 Titular/es:

**PRÜFTECHNIK DIETER BUSCH AG (100.0%)
Oskar-Messter-Strasse 19-21
85737 Ismaning, DE**

72 Inventor/es:

WEIHRAUCH, RAINER

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 670 941 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo y método para determinar la orientación de dos ejes, conectados mediante dos juntas universales, y un tercer eje con una junta pivotante

5

Campo técnico

La invención se refiere a un dispositivo y a un método mejorado y simplificado para determinar y corregir la desviación angular de dos ejes de máquinas o componentes de máquinas que, debido a su desviación paralela, están conectados entre sí mediante dos juntas universales, y un tercer eje que conecta las dos juntas universales.

10

Técnica antecedente

Es habitual igualar las desviaciones entre dos ejes que conectan motores y conjuntos de accionamiento entre sí mediante dos juntas universales y un tercer eje. Sin embargo, esta disposición solo puede igualar desviaciones paralelas. Cuando los dos ejes no están alineados exactamente paralelos entre sí, pueden producirse daños graves con asiduidad, debidos a una desviación angular.

15

Los dos tipos de desviaciones, específicamente, la desviación paralela y la desviación angular, pueden determinarse fácilmente y de manera precisa con dispositivos de alineación optoelectrónicos. Sin embargo, esto solo es posible en el caso más sencillo de que los dos ejes estén conectados entre sí de manera coaxial. Estos dispositivos de alineación óptica basados en láseres u otras fuentes de luz y detectores fotosensibles (PSD, rayos CCD o rayos CMOS) se describen en la patente alemana DE 39 11 307 (que corresponde a la patente estadounidense 5.026.998) y en la patente alemana DE 33 20 163 (que corresponde a la patente estadounidense 4.698.491). En estos documentos, se describen dispositivos de alineación que, por un lado, contienen una fuente de luz en un cabezal de medición, y un detector en un segundo cabezal de medición. En el cabezal de medición, dos detectores pueden medir tanto la posición de incidencia como la dirección de incidencia de un haz de luz, que pueden leerse bidimensionalmente y sucesivamente en la trayectoria del haz del cabezal de medición. Esta disposición puede conseguirse, por ejemplo, con un divisor de haces. Por otro lado, también se describen los dispositivos de medición en los que un cabezal de medición contiene tanto una fuente de luz como un detector bidimensional, al tiempo que el segundo cabezal de medición contiene un reflector, por ejemplo, en forma de prisma estriado. Los dispositivos de alineación que se describen en los documentos anteriores utilizan haces de luz de sección transversal en punta y detectores que pueden ser leídos de manera bidimensional.

20

25

30

35

La solicitud de patente alemana DE 10 2006 023 926 y la correspondiente patente estadounidense 7.672.001 describen dispositivos de alineación en los que los haces de luz se distribuyen en más de una dirección, transversalmente con respecto a la dirección de propagación. Algunas realizaciones requieren que cada cabezal de medición contenga tanto una fuente de luz como un detector. Los dispositivos de alineación óptica anteriormente mencionados dan por sentado que los puntos de impacto del haz de luz o haces de luz sobre el detector o detectores se miden en varias posiciones giratorias de los dos ejes (al menos tres, aunque normalmente son cuatro o incluso cinco o más).

40

La patente alemana DE 33 35 336 y la correspondiente patente estadounidense 4.518.855 describe un dispositivo de alineación en el que cada cabezal de medición contiene tanto una fuente de luz como detectores que pueden ser leídos de manera bidimensional de acuerdo con el sitio de incidencia y el ángulo de incidencia. Este dispositivo de medición es capaz de determinar un error de alineación de acuerdo con la desviación angular y paralela en solo una posición giratoria de los dos ejes, a partir de una medición de los puntos de impacto sobre los detectores cuando se conoce la orientación de esta posición giratoria y los puntos de impacto de los ejes bien alineados gracias a una medición de comparación en un único eje recto. Sin embargo, las mediciones de las diferentes posiciones angulares de los ejes que tienen que estar alineados también son fundamentalmente posibles.

45

50

A menudo, los dispositivos de coincidencia espacial se emplean para el uso de estos dispositivos de alineación optoelectrónicos en ejes que no discurren coaxialmente, y que por lo tanto presentan una desviación paralela y están conectados mediante dos juntas universales y un tercer eje. Este dispositivo se muestra en la patente europea EP 1 430 995 y en la patente estadounidense correspondiente 7.242.465. La desventaja del uso de estos dispositivos es que, como se describe en estos documentos, a menudo el tercer eje tiene que retirarse. Así mismo, es necesario una manipulación complicada de los dispositivos y la ejecución de una gran cantidad de etapas, lo que hace que el resultado de la determinación de la desviación angular sea compleja y susceptible a errores. De este modo, puede ocurrir que cuando ya se haya alineado una máquina de manera correcta, se desplace de manera no intencionada cuando se vuelva a instalar el tercer eje. Otro problema es que estos dispositivos se fabrican con tolerancias demasiado grandes, por lo que la medición de la desviación angular se vuelve demasiado inexacta debido al juego. En este documento la técnica anterior implica el uso de una junta pivotante que debe colocarse a lo largo de una hoja. Esta hoja está montada en uno de los dos ejes y la junta pivotante, que tiene el cabezal de sensor encima, está dispuesta en una posición donde el eje imaginario de la junta pivotante coincide con el eje imaginario del otro eje que tiene que alinearse. La posición del eje imaginario de esta junta pivotante debe adaptarse a la distancia radial entre los dos ejes que deben de alinearse.

55

60

65

El documento US 4.708.485 describe un retenedor giratorio para el cabezal de medición de un instrumento de alineación. Este retenedor giratorio está montado en la carcasa de un componente de máquina cuyo eje debe alinearse con el eje de otro componente de máquina. El eje imaginario de este retenedor giratorio está situado coaxial a la carcasa de la máquina. Ya que esta carcasa del componente de máquina no está situado necesariamente coaxial al eje de esta carcasa, la posición del eje debe monitorizarse con sensores adicionales.

La solicitud de patente estadounidense 2005/0078321 A1 divulga un dispositivo para el análisis cuantitativo de la orientación de dos máquinas relativas la una a la otra, que disponen de dispositivos auxiliares en forma de extendedores o dispositivos de retención, sobre los que pueden desplazarse y/o montarse dispositivos de transmisión o recepción de luz, que hacen que no sea necesario un cojinete pivotante de precisión.

El documento de patente estadounidense 5.715.609 divulga un aparato para alinear ejes de máquinas estacionarias en línea. En una realización, el aparato proporciona un sistema de alineación que dispone de un punto detectado que puede colocarse de manera giratoria alrededor de un eje, para girar a lo largo de una pluralidad de posiciones angulares alrededor del eje, y así proporcionar un punto de referencia frente al que se mida el error de alineación. La posición del punto detectado se detecta con un sensor que puede colocarse de manera giratoria alrededor del eje, independientemente del punto detectado para el giro a lo largo de una pluralidad de posiciones angulares alrededor del eje.

La solicitud de patente alemana DE 101 38 831 A1 divulga una aplicación de giroscopio para un dispositivo de alineación para dos ejes de máquina no horizontales, que proporciona información angular. La aplicación utiliza un giroscopio piezoeléctrico o micromecánico para proporcionar información angular adicional para un dispositivo de medición utilizado para comprobar la alineación de dos ejes de máquina verticales o no horizontales. Además del giroscopio incorporado en el dispositivo de medición, puede proporcionarse un dispositivo de medición angular giroscópico externo.

Sumario de la invención

Por lo tanto, un objeto principal de la presente invención es idear un dispositivo que posibilite omitir el desmontaje del tercer eje de conexión y que solo requiera una mínima modificación de los dispositivos de alineación optoelectrónicos convencionales.

Otro objeto es idear un método para determinar la desviación angular de los dos ejes conectados a través de dos juntas universales y de un tercer eje que utiliza un dispositivo de alineación óptica, que posibilita una gran precisión al determinar la desviación angular, siendo posible cualquier posición angular de los dos ejes.

Estos objetos se consiguen con un apoyo para los cabezales de medición de un dispositivo de alineación optoelectrónico, que comprende un dispositivo de retención y un dispositivo de sujeción para fijar el apoyo a un eje. Este dispositivo de sujeción se utiliza para albergar los cabezales de medición de los dispositivos de alineación optoelectrónicos descritos en la técnica anterior. El apoyo tiene una junta pivotante que está situada de manera segura sobre el dispositivo de sujeción y cuyo eje imaginario de giro discurre paralelo al eje imaginario del eje. El dispositivo de sujeción para el cabezal de medición se sitúa en la parte giratoria de la junta pivotante.

Estos objetos se consiguen además mediante un método de medición de la desviación angular, utilizando un dispositivo de alineación optoelectrónico con el apoyo anteriormente descrito, y que presenta las siguientes etapas:

- a) montar dos cabezales de medición sobre al menos un apoyo de conformidad con la invención y, opcionalmente, un apoyo convencional sobre los dos ejes, determinar la orientación de los cabezales de medición como posición giratoria con respecto al eje imaginario del eje correspondiente, y colocar los dos cabezales de medición mediante el desplazamiento de al menos un apoyo a lo largo del dispositivo de sujeción y mediante el pivotamiento de la junta pivotante, de modo que el haz o haces de luz incidan sobre el detector o detectores,
- b) medir el punto o puntos de impacto sobre el detector o detectores con un dispositivo de alineación óptica en la primera posición de medición,
- c) girar los ejes o los componentes del dispositivo de alineación de alrededor de los ejes hacia una segunda posición de medición, realineando la junta pivotante y desplazando el cabezal de medición del dispositivo de alineación sobre el dispositivo de sujeción,
- d) medir los puntos de impacto del haz o haces de luz sobre el/los detector(es), midiendo la posición giratoria de la junta pivotante y calculando la desviación angular en la segunda posición de medición a partir de estos resultados de medición,
- e) repetir las etapas c) y d) para realizar la medición en una tercera y posiblemente adicional posición de medición, si se desea,
- f) determinar el ángulo entre los dos ejes imaginarios a partir de los resultados de las etapas b), d) y e), si esta etapa se ha llevado a cabo, y opcionalmente, corregir la alineación angular cambiando la posición de la máquina móvil o componente de la máquina.

Otros detalles, aspectos y ventajas pueden conocerse a partir de la siguiente descripción de la invención que se sirve de las figuras.

Breve descripción de los dibujos

5 La figura 1a es una vista en perspectiva del dispositivo con dos ejes y el eje de conexión con las dos juntas universales, y una ilustración esquemática del método de alineación utilizando el dispositivo de alineación óptica; la figura 1b muestra el dispositivo de la figura 1a en una segunda posición;
 10 la figura 2 es una vista en planta de las condiciones geométricas vistas verticalmente en perpendicular con respecto a los ejes imaginarios de los dos componentes de máquina;
 la figura 3 es una vista lateral de las condiciones geométricas vistas verticalmente en horizontal con respecto a los ejes imaginarios de los dos componentes de máquina; y
 las figuras 4a y 4b son vistas finales de la disposición en dos posiciones diferentes.

15 Descripción de las realizaciones

Las figuras 1 a 4 muestran una primera máquina o componente de máquina 30 con un eje 34 sobre una primera base 32 y una segunda máquina o componente de máquina 31 con un eje 35 sobre una segunda base 33. Los ejes 34, 35 de estas dos máquinas 30, 31 son esencialmente paralelos en la orientación de sus ejes imaginarios, pero en al menos una de las dos direcciones de espacio, los ejes están desviados el uno con respecto al otro en una dirección perpendicular al eje imaginario longitudinal de los dos ejes 34, 35. Por lo tanto, hay una junta universal 36, 37 en el extremo de cada uno de los ejes 34, 35. Estas dos juntas universales 36, 37 están conectadas entre sí por un tercer eje 38.

25 Por lo general, se sabe que para el funcionamiento correcto de una unidad de tres ejes 34, 35 que están conectados a dos juntas universales 36, 37, deben de cumplirse las siguientes dos condiciones: en primer lugar, que las dos horquillas de las juntas universales se sitúen sobre el tercer eje 38 en un único plano y, en segundo lugar, que los ángulos de las dos juntas universales 36, 37 sean idénticos. En ocasiones, los autores especifican como tercera condición que los tres ejes 34, 35, 38 se sitúen en un único plano. Sin embargo, este tercer requisito es una consecuencia necesaria de las dos primeras condiciones indicadas.

Para una mejor comprensión, en este punto se describen los dispositivos, llamados apoyos. Los apoyos conectan los cabezales de medición 40, 41 de los dispositivos de alineación optoelectrónicos, que se han descrito en la técnica anterior, a los ejes 34, 35 que deben de estar alineados entre sí. Los apoyos habitualmente tienen un dispositivo de sujeción 47, 48 que proporciona una conexión fija y rígida del cabezal de medición y el eje 34, 35. Estos dispositivos de sujeción disponen de un cuerpo para colocarlo contra la superficie de camisa de un eje cilíndrico. Este cuerpo suele ser un bloque con un rebaje prismático. Tal bloque con un rebaje prismático puede montarse fácilmente sobre ejes de distintos diámetros, de modo que la línea de vértice del rebaje prismático discurre exactamente paralela al eje imaginario del eje. La conexión fijada del cuerpo y el eje se lleva a cabo bloqueando el bloque su el rebaje prismático sobre el eje. Este bloqueo se lleva a cabo a través de resortes de hoja o abrazaderas que rodean el eje y que habitualmente están aseguradas con tornillos de sujeción o apriete. Los dispositivos de sujeción, con forma de varillas o tubos 45, 46, están montados paralelos a una dirección que discurre radialmente relativa a los ejes de los bloques de estos dispositivos de sujeción. De esta manera, las carcasas de los cabezales de medición 40, 41 disponen de orificios correspondientes en los que discurren estas varillas. Así, los cabezales de medición 40, 41 están fijados sobre estas varillas o tubos 45, 46 a los dispositivos de sujeción, por ejemplo, con tornillos de apriete o con cierres rápidos. Esta disposición de los cabezales de medición 40, 41 sobre las varillas 45, 46 hace posible montar los cabezales de medición en diferentes distancias desde el eje imaginario del eje. De este modo, el haz de luz no puede ser bloqueado por un acoplamiento que conecte los dos ejes. Por lo tanto, el apoyo de un cabezal de medición comprende el dispositivo de sujeción para fijarse al eje y un dispositivo de sujeción para el cabezal de medición, por ejemplo, varillas, tubos o placas de la patente alemana DE 33 35 336 y la correspondiente patente estadounidense 4.518.855. El cuerpo o bloque del dispositivo de sujeción proporciona una conexión estable entre el eje, sobre el que está sujeto, por ejemplo, con una cadena, y los dispositivos de sujeción, como varillas, tubos 45, 46 o alternativamente las placas de la patente alemana DE 33 35 336 y la correspondiente patente estadounidense 4.518.855.

55 Las figuras 1a y 1b presentan vistas en perspectiva de dos componentes de máquina 30, 31 con ejes 34, 35, que están dispuestos con una desviación paralela, de las dos juntas universales 36, 37, del tercer eje 38, que conecta las dos juntas universales, de los dispositivos de sujeción 47, 48, de las varillas 45, 46, de los cabezales de medición 40, 41 con antenas 60, 61 y del haz de luz 43 emitido desde uno de los dos cabezales de medición. La electrónica de los cabezales de medición se comunica de manera inalámbrica, a través de las antenas 60, 61, con el ordenador 63 que, de manera similar, dispone de una antena 62. En la figura 1a, los dispositivos de sujeción, los apoyos y los cabezales de medición están situados prácticamente en el plano que se ha formado a partir de los dos ejes. En la figura 1b, se muestran los dos apoyos en la posición en vertical hacia arriba. Los números de referencia de los componentes correspondientes del dispositivo de alineación optoelectrónico en estas posiciones, que han ido cambiando con respecto a los dos ejes, están provistos de un apóstrofo. En este punto, no es difícil saber que la

junta pivotante 101' debe adaptarse para el que haz de luz 43', que discurre paralelo con respecto al respectivo eje, debido a la orientación del cabezal de medición, incida sobre el otro cabezal de medición.

5 La figura 2 presenta una vista en planta de la disposición de las figuras 1a, 1b, mostrándose los cabezales de medición en las dos posiciones 40, 41 de la figura 1a, y 40', 41' de la figura 1b; estando orientadas en vertical las posiciones indicadas con el apóstrofo, por ejemplo, 40', 41'.

10 La figura 3 es una vista en lateral, estando la disposición de los cabezales de medición prácticamente en un plano que presenta ambos ejes 34, 35.

15 Las figuras 4a, 4b presentan las representaciones de la disposición vista a lo largo de los dos ejes. En este caso, la figura 4a solo muestra la parte del dispositivo de medición optoelectrónico fijada al eje 34 del componente de máquina 30 en las dos posiciones 40, 40', mientras que la figura 4b muestra la parte del dispositivo de medición optoelectrónico fijada al eje 35 del componente de máquina 31 en las dos posiciones 41, 41'.

20 Cuando se miden los dos ejes que están conectados solo mediante un acoplamiento y, por lo tanto, cuando se miden los ejes esencialmente coaxiales, es fácilmente posible aproximarse hasta varias posiciones angulares opcionales de los dos ejes, que están conectados entre sí para girar de manera conjunta. Una vez estén alineados los dos cabezales de medición entre sí, el haz de luz incidirá en el detector incluso en otras posiciones angulares. Las correcciones solo son necesarias en casos de errores de alineación muy graves.

25 Sin embargo, cuando debe medirse la desviación angular de los dos ejes 34, 35, que están conectados entre sí mediante dos juntas universales 36, 37 y un tercer eje 38, se muestra que, cuando los cabezales de medición con los ejes conectados entre sí giran y/o cuando los cabezales de medición giran alrededor de los ejes, el haz de luz, en general, no incide en el detector a una gran distancia. Esto es resultado de la desviación paralela de los dos ejes, que solo se produce cuando los dos cabezales de medición están situados en el plano que se ha formado a partir de los tres ejes y, por lo tanto, en las dos posiciones de medición que están desviadas en 180° en este plano.

30 Debido a las circunstancias geométricas, no siempre es posible aproximarse hasta estas dos posiciones de medición, ya que, por ejemplo, otras partes de máquina evitan llegar hasta estas posiciones. Para permitir la medición en cualquier posición de medición de conformidad con la invención, al menos uno de los dos apoyos para los cabezales de medición está equipado con una junta pivotante 101. Esta junta pivotante 101 está montada de manera útil sobre el cuerpo de uno de los dispositivos de sujeción, para colocarse sobre el eje a una distancia tan pequeña como sea posible del eje, es decir, a una distancia fijada desde la superficie del eje. Esta se dispone de tal modo que su eje imaginario de giro discurre paralelo al eje imaginario del eje. De este modo, se hace posible que el haz o haces de luz 43 del dispositivo de alineación alcancen el detector o detectores, incluso si los dos cabezales de medición 40, 41 sobre los dispositivos de sujeción 45, 46 no estén situados en el plano que se ha formado a partir de los tres ejes 34, 35, 38. Para los dispositivos de sujeción que permiten solo un ajuste radial del cabezal de medición 40 o 41 que está fijado en los mismos, solo es posible montar el cabezal de medición en el plano de los tres ejes. Por el contrario, el ajuste giratorio del dispositivo de sujeción 45 posibilita de manera ventajosa que un haz de luz 43, que se emite desde uno de los dos cabezales de medición, sea recibido por el otro cabezal de medición, incluso si el giro de la junta de estos tres ejes 34, 35, 38 o el movimiento de los dispositivos de sujeción ha tenido lugar de modo que los cabezales de medición ya no se sitúen en el plano de los tres ejes de los dispositivos de sujeción que discurren en línea recta.

45 Por lo tanto, por un lado, las figuras muestran una posición de medición en la que los cabezales de medición están situados en el plano de los tres ejes. Las varillas del dispositivo de medición que se utilizan aquí discurren en la dirección radial con respecto al eje. Así mismo, los apoyos se muestran en una segunda posición de medición, en la que es necesario cambiar la configuración de la junta pivotante y alejarla de la dirección radial, de modo que el haz de luz pueda incidir sobre el detector correspondiente. En la segunda posición de medición, los números de referencia de los componentes del dispositivo de alineación se identifican con un apóstrofo.

50 De este modo, los puntos de impacto del haz de luz pueden registrarse en varias posiciones de medición, y cada vez, además de un desplazamiento de los cabezales de medición, también puede cambiar la posición de la junta pivotante. En este caso, puede registrarse la orientación angular del cabezal de medición con respecto al eje imaginario del eje sobre el que está montado, por ejemplo, con un inclinómetro montado en o sobre el cabezal de medición. Alternativamente, también puede registrarse lo siguiente: 1. las orientaciones angulares del cabezal de medición, 2. las orientaciones angulares del cuerpo conectado al eje y del eje en sí, 3. la orientación angular del cuerpo conectado a los ejes y la posición de la junta pivotante, o 4. la orientación angular de los ejes en sí y la posición de la junta pivotante.

60 Por lo tanto, el método de medición con el dispositivo de conformidad con la invención se lleva a cabo en las etapas que se describieron brevemente con anterioridad y que a continuación se explicarán con detalle.

65 a) Montar dos cabezales de medición sobre al menos un dispositivo de conformidad con la invención y, opcionalmente, un dispositivo convencional sobre los dos ejes, determinar la orientación de los cabezales de

medición como posición giratoria con respecto al eje imaginario del eje correspondiente, y colocar los dos cabezales de medición mediante el desplazamiento a lo largo del dispositivo de sujeción y mediante la alineación de la junta pivotante, de modo que el haz o haces de luz incidan sobre el detector o detectores.

Un dispositivo de sujeción con un cabezal de medición 40 de un dispositivo de alineación se sitúa sobre el eje 36. El cabezal de medición 40 envía un haz de luz 43 en la dirección hacia la segunda máquina o componente de máquina 31. La primera posición de medición, en principio, puede seleccionarse de manera arbitraria y pueden tenerse en cuenta las restricciones de otras partes de la máquina.

Para determinar la orientación de los cabezales de medición como posición giratoria con respecto al eje imaginario del eje correspondiente o del apoyo con los dispositivos de sujeción, puede utilizarse un inclinómetro situado en o sobre un cabezal de medición. También puede utilizarse una brújula, en especial, un girocompás, o un giroscopio. El uso de un giroscopio es especialmente ventajoso cuando los ejes no discurren en horizontal. Con una marca o posición de agarre sobre la junta pivotante, el usuario puede identificar ventajosamente una posición cero sobre la junta pivotante 101, en la que discurre la dirección de desplazamiento del cabezal de medición sobre el dispositivo de sujeción, en línea recta y radialmente hacia el eje. Esta posición cero fácilmente reconocible permite el uso de un dispositivo de conformidad con la invención, incluso sobre ejes que no estén dispuestos con una desviación paralela, sin tener que realizar modificaciones adicionales, aproximándose a esta posición cero. Sin embargo, fundamentalmente también es posible utilizar un inclinómetro adicional o brújula o giroscopio sobre el dispositivo de sujeción o sobre la parte de la junta pivotante que esté conectada de manera segura al dispositivo de sujeción.

Para poder determinar de manera electrónica la orientación de un apoyo de conformidad con la invención, puede haber un inclinómetro o giroscopio sobre el apoyo en sí. Alternativamente, en un dispositivo giratorio de conformidad con la invención, puede utilizarse un inclinómetro presente en el cabezal de medición, y la posición giratoria de la junta pivotante 101 puede detectarse de manera adicional, por ejemplo, utilizando un transductor angular electrónico. Con los apoyos convencionales, un inclinómetro en el cabezal de medición también es útil para determinar las orientaciones relativas de los dos apoyos. Es útil transmitir las orientaciones de los apoyos y de los cabezales de medición y la posición de la junta pivotante a un ordenador 63, que se utiliza para alinearlos y presentarlos en su pantalla. En este caso, también puede mostrarse si las orientaciones de los dos apoyos se encuentran dentro de una tolerancia que pueda establecerse. Los valores angulares pueden transmitirse desde el apoyo o cabezal de medición hasta el ordenador mediante la conexión de cables o de manera inalámbrica, y para ilustrar la transmisión inalámbrica, se muestran antenas 60, 61 sobre los cabezales de medición 40, 41 y la antena 62 se muestra sobre el ordenador 63 en las figuras 1a, 1b.

Cuando la dirección de desplazamiento del cabezal de medición a lo largo del dispositivo de sujeción no discurre en el plano de los tres ejes, en ese momento es posible ajustar, no solo la posición radial de los cabezales de medición, sino también ajustar la junta pivotante hasta tal punto que un haz de luz emitido desde uno de los cabezales de medición pueda ser registrado por el otro cabezal de medición.

No es absolutamente necesario para la medición que los apoyos y las varillas estén orientados hacia la misma orientación con respecto a su respectivo eje, simplemente tiene que determinarse la orientación del cabezal de medición con respecto al eje imaginario de giro del respectivo eje. Por un lado, esto puede realizarse en el propio cabezal de medición con un inclinómetro situado en el mismo, pero también con la combinación de un inclinómetro en el apoyo y de un transductor angular para la posición giratoria de una junta pivotante, que esté presente de manera opcional, o por la combinación de transductores angulares para las posiciones de la junta pivotante y del eje. El hecho de conocer esta orientación es necesario para la conversión de las coordenadas del cabezal de medición al sistema de coordenadas de la máquina.

b) Medir la posición de impacto del haz o haces de luz en la primera posición de medición.

Si un haz de luz que se ha emitido desde un cabezal de medición puede registrarse con el otro cabezal de medición, se miden la posición del punto de impacto del haz de luz o de los puntos de impacto de los haces de luz sobre el detector o detectores. La orientación de los cabezales de medición con referencia al respectivo eje también puede volver a registrarse. Estos valores se obtienen en el ordenador, que se utiliza para determinar la alineación, como se describe en a).

c) Aproximarse a una segunda posición de medición. Para este fin, los tres ejes giran de manera conjunta una distancia, o se hacen avanzar los dos dispositivos de sujeción cada uno hacia un ángulo determinado en torno a los ejes. En este caso, debe observarse que las dos posiciones de medición presentan una distancia entre sí tan grande como sea posible. La determinación del ángulo entre los dos ejes se vuelve más precisa cuanto mayor es la distancia entre las dos posiciones de medición. Si los dos ejes giran tanto que los apoyos giran de "las 12 en punto" a "las 2 en punto" o a "las 10 en punto", es decir, 60°, la precisión para determinar la desviación angular es buena. Si giran hasta "la 1 en punto" o "las 11 en punto", es decir, 30°, puede conseguirse una precisión suficiente. Sin embargo, cuando los ejes giran solo uno o dos "minutos", es decir, 6° o 12°, normalmente no se consigue la precisión requerida para determinar la desviación angular.

d) Medir la posición de impacto del haz o haces de luz en la segunda posición de medición. Así, los dos cabezales de medición 40, 41 están en una posición en la que no solo es necesario el desplazamiento de los cabezales de medición 40, 41 radialmente con respecto a los ejes 34, 35 para que el haz o haces de luz vuelvan a incidir en el detector o detectores. Además, es necesario el ajuste de la junta pivotante 101, que hace posible registrar un haz de luz emitido desde un cabezal de medición con el otro cabezal de medición. En este punto, las orientaciones de los cabezales de medición pueden registrarse con referencia al respectivo eje y transmitirse a los ordenadores utilizados para su alineación, como se describe en a). Tras el desplazamiento radial del/los

cabezal(es) de medición y el ajuste de la junta pivotante, también puede volver a determinarse la posición del punto de impacto del haz de luz o de los puntos de impacto de los haces de luz sobre el detector o detectores.

e) Opcionalmente, repetir las etapas c) y d) para medir una tercera y posiblemente otras posiciones de medición. Si se utilizan tres o más puntos de medición para determinar la desviación angular, la precisión de la medición puede aumentar además por los valores promedio que se han formado a modo de valores de medición individuales. Incluso si esta etapa e) se lleva a cabo una o más veces, la precisión sigue siendo especialmente alta cuando las posiciones de medición individuales están tan lejos como sea posible las unas de las otras y se distribuyen por un intervalo angular tan grande como sea posible con respecto al eje imaginario del eje.

f) Calcular la desviación angular entre los ejes 34, 35 y corregirla de manera opcional. En la técnica anterior mencionada al principio, se describe cómo es posible la determinación de la desviación angular cuando los cabezales de medición están montados en varias posiciones giratorias diferentes de los ejes, que están conectados entre sí. Para determinar la desviación angular en el plano de los tres ejes 34, 35, 38, se utilizan las coordenadas del punto o puntos de impacto del haz o haces de luz en una dirección perpendicular a la dirección de propagación de los haces de luz, y en una dirección que es radial al respectivo eje. Para determinar la desviación angular en la dirección perpendicular al plano de los tres ejes 34, 35, 38, se utilizan las coordenadas del punto o puntos de impacto del haz o haces de luz en una dirección perpendicular a la dirección de propagación de los haces de luz, y perpendicular a una dirección que es radial al respectivo eje. En una primera etapa, las coordenadas de los puntos de impacto que utilizan la orientación angular determinada de manera similar del cabezal de medición con respecto al respectivo eje se transforman en el sistema de coordenadas de la máquina para el respectivo eje; esto suele tener lugar mediante el simple giro del sistema de coordenadas por el respectivo ángulo. En consecuencia, se determinan las diferencias de las coordenadas entre dos posiciones de medición en el sistema de máquinas. Así, considerando el ángulo de giro entre estas posiciones de medición y la distancia entre los cabezales de medición, la desviación angular entre los dos ejes 34, 35 se calcula a partir de estas diferencias. La distancia entre los cabezales de medición puede determinarse, por ejemplo, con una cinta métrica.

La conversión desde el sistema de coordenadas de los cabezales de medición hasta el sistema de coordenadas de los componentes de la máquina tiene lugar utilizando las posiciones giratorias de los cabezales de medición con respecto a los respectivos ejes o a las posiciones giratorias de los ejes y la(s) orientación(es) de la(s) junta(s) pivotante(s), que se determinaron mediante un inclinómetro, la brújula o giroscopios. En este punto, habiéndose obtenido las desviaciones angulares de esta manera, la posición de la máquina que debe moverse, en este momento puede ser corregida, opcionalmente, mediante desplazamiento y utilizando calzas, de modo que los dos ejes 34, 35 queden alineados en paralelo. En este caso, "ser corregidas opcionalmente" significa corregir cuando las desviaciones angulares que se miden en las dos dimensiones sobrepasan las tolerancias estipuladas. En una corrección opcionalmente necesaria, deben de considerarse las distancias entre los cabezales de medición y las bases de las máquinas móviles para calcular los movimientos requeridos (por ejemplo, colocando las denominadas calzas por debajo o quitándolas o mediante desplazamiento lateral). Esto es posible en función de consideraciones geométricas simples. Este cálculo de los valores de corrección requeridos para las respectivas bases de máquina se realiza en el/los propio(s) cabezal(es) de medición, en un ordenador que pertenece al dispositivo de medición, o en otro ordenador al que se transmiten los valores medidos de los detectores en los cabezales de medición. Este ordenador, que puede situarse en los propios cabezales de medición, recibe los valores medidos de los detectores normalmente a través de una línea de cableado. En particular, para los ordenadores que no están situados en los cabezales de medición, la transmisión de los valores medidos desde la electrónica de detección en los cabezales de medición puede tener lugar de forma inalámbrica. Cuando los cabezales de medición permanecen en la última medición, el efecto de una corrección en las bases de la máquina puede observarse directamente en la pantalla del ordenador. Esto significa que el valor medido del punto de impacto sobre el detector se detecta de manera continua y electrónica. Inmediatamente después de la detección o durante la detección continua, se calcula la desviación angular. Así, con el resultado de la desviación angular, se determinan nuevos valores nominales para el movimiento de las bases de máquina y se presenta en la pantalla del ordenador. De este modo, es posible supervisar el logro de una medición directamente en la pantalla, tal como la colocación de calzas o el desplazamiento lateral.

Por tanto, unas cuantas etapas simples son suficientes para determinar la desviación angular con gran precisión. La determinación de la desviación angular, en principio, es posible con cada uno de los dispositivos de alineación indicados de la técnica anterior mencionada. En este caso, simplemente debería observarse que los dispositivos de medición están hechos de modo que los dispositivos de sujeción, que conectan los cabezales de medición a los ejes, están hechos de modo que es posible un cambio de la posición de los cabezales de medición en la dirección radial con respecto al eje, y que la junta pivotante de conformidad con la invención se sitúa sobre el apoyo.

En la descripción anterior, el método de conformidad con la invención se describe con el tercer eje instalado, que conecta los dos ejes que deben alinearse. Este es el estado de funcionamiento. Ni que decir tiene que este método puede utilizarse solo de esta manera cuando se ha desmontado el tercer eje por motivos de mantenimiento. En ese caso, simplemente debería observarse que, cuando se han llevado a cabo todas las etapas del método, la posición angular relativa de los dos ejes corresponde a la del estado de funcionamiento.

REIVINDICACIONES

1. Apoyo para un cabezal de medición (40, 41) de un dispositivo de alineación optoelectrónico para su uso en la medición de la alineación relativa de dos ejes (34, 35), que se utiliza para montar un cabezal de medición (40, 41) sobre uno de los dos ejes, que comprende:
- 5 un cuerpo adaptado para colocarse contra una superficie cilíndrica de uno de los ejes (34, 35), un dispositivo de sujeción (47, 48) para fijar el cuerpo sobre el eje (34, 35), caracterizado por que el apoyo comprende adicionalmente
- 10 un dispositivo de sujeción (45, 46) para albergar un cabezal de medición (40, 41), de modo que el cabezal de medición (40, 41) pueda desplazarse en una dirección a lo largo de la longitud del dispositivo de sujeción (45, 46), un dispositivo de giro que está permanentemente conectado al cuerpo, una parte giratoria del dispositivo de giro que tiene una junta pivotante (101) conectada al dispositivo de sujeción (45, 46), teniendo la junta pivotante (101)
- 15 un eje imaginario de giro que discurre coaxial o paralelo con respecto al eje (34, 35), en el que la dirección en la que el cabezal de medición (40, 41) puede desplazarse a lo largo de la longitud del dispositivo de sujeción (45, 46) es radial con respecto al eje imaginario de giro de la junta pivotante (101).
2. Apoyo de conformidad con la reivindicación 1, que comprende además al menos un inclinómetro, una brújula y un giroscopio sobre el cuerpo.
- 20 3. Apoyo de conformidad con la reivindicación 1 o 2, en el que el dispositivo de giro está permanentemente conectado al cuerpo a una distancia fijada desde una superficie del cuerpo, que está colocado contra la superficie cilíndrica de uno de los ejes (34, 35).
- 25 4. Sistema de medición para medir la alineación relativa de los dos ejes (34, 35), que comprende:
- un primer y segundo apoyos de acuerdo con la reivindicación 1, y al menos un cabezal de medición (40, 41), que contiene una fuente de luz, y al menos un cabezal de medición (40, 41), que contiene un detector de resolución de ubicación, que es sensible a la luz (43), emitida desde la fuente de luz con al menos uno de un inclinómetro, una brújula y un giroscopio sobre o en al menos uno de los cabezales de medición (40, 41).
- 30 5. Método para alinear un primer eje (34) con respecto a un segundo eje (35) que están conectados o pueden conectarse entre sí mediante dos juntas universales (36, 37) y un tercer eje (38), utilizando un dispositivo de alineación láser que dispone de al menos una fuente de luz para emitir un haz de luz (43) en al menos un primer cabezal de medición (40) y al menos un detector que puede leerse de manera bidimensional para recibir el haz de luz (43) en al menos un segundo cabezal de medición (41), estando montado el al menos un primer cabezal de medición (40) sobre al menos el primer eje (34) y estando montado el al menos un segundo cabezal de medición (41) sobre al menos el segundo eje (35) con un respectivo dispositivo de sujeción (45, 46), siendo parte al menos uno de dichos dispositivos de sujeción de un apoyo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, comprendiendo las siguientes etapas:
- 35 a) colocar los cabezales de medición (40, 41) desplazando cada cabezal de medición (40, 41) a lo largo de los respectivos dispositivos de sujeción (45, 46) y pivotando la junta pivotante (101) para que al menos un haz de luz (43) incida en al menos un detector en al menos un punto de impacto,
- 40 b) medir el al menos un punto de impacto sobre al menos un detector con un dispositivo de alineación óptica y determinar la orientación de los cabezales de medición (40, 41) como posición giratoria con respecto al eje imaginario del eje (34, 35) correspondiente en la primera posición de medición,
- 45 c) girar uno de los ejes (34, 35) y los componentes del dispositivo de alineación de alrededor de los ejes (34, 35) hacia una segunda posición de medición, realineando la junta pivotante (101) y desplazando radialmente el cabezal de medición (40, 41) del dispositivo de alineación sobre el dispositivo de sujeción (45, 46),
- 50 d) después, medir el al menos un punto de impacto del al menos un haz de luz (43) sobre el al menos un detector y medir la orientación de los cabezales de medición (40, 41) con respecto al respectivo eje (34, 35) en la segunda posición de medición,
- 55 e) repetir las etapas c) y d) para medir al menos una tercera posición de medición cuando los resultados de las mediciones de las etapas b) y d) sobrepasan las tolerancias estipuladas, y
- f) determinar un ángulo de desviación entre los ejes imaginarios del primer y segundo ejes (34, 35) a partir de los resultados de al menos las etapas b) y d), y
- 60 g) corregir la alineación angular de los ejes (34, 35) cambiando la posición de una máquina móvil o componente de máquina (30, 31) que lleva al menos uno del primer y segundo ejes (34, 35).
6. Método de conformidad con la reivindicación 5, en el que una orientación tridimensional relativa de la primera y segunda posiciones de medición se determina con al menos un inclinómetro conectado a al menos uno de los cabezales de medición (40, 41).
- 65

7. Método de conformidad con la reivindicación 5 o 6, en el que una orientación tridimensional relativa de la primera y segunda posiciones de medición se determina con al menos un transductor angular giratorio sobre uno del primer y segundo ejes (34, 35).
- 5 8. Método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en el que la medición de los puntos de impacto del al menos un haz de luz (43) sobre el al menos un detector tiene lugar en la etapa d), de manera simultánea a la determinación del ángulo entre los ejes imaginarios del primer y segundo ejes (34, 35) en la etapa f).
- 10 9. Método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, en el que la medición de los puntos de impacto del al menos un haz de luz (43) sobre el al menos un detector tiene lugar en la etapa e), de manera simultánea a la determinación del ángulo entre los ejes imaginarios del primer y segundo ejes (34, 35) en la etapa f).

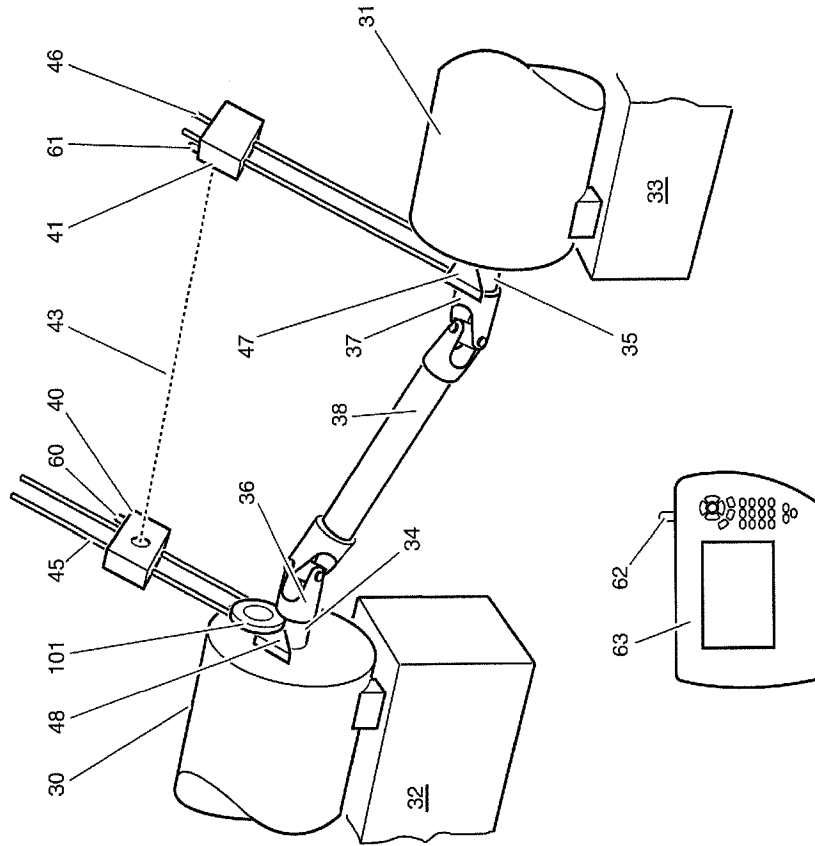


Fig. 1a

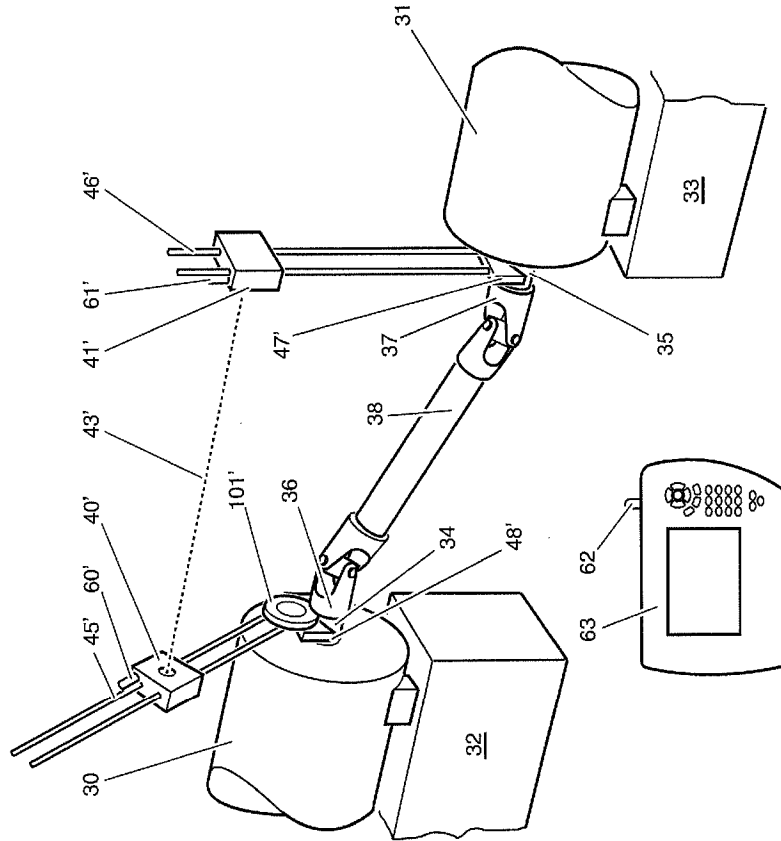


Fig. 1b

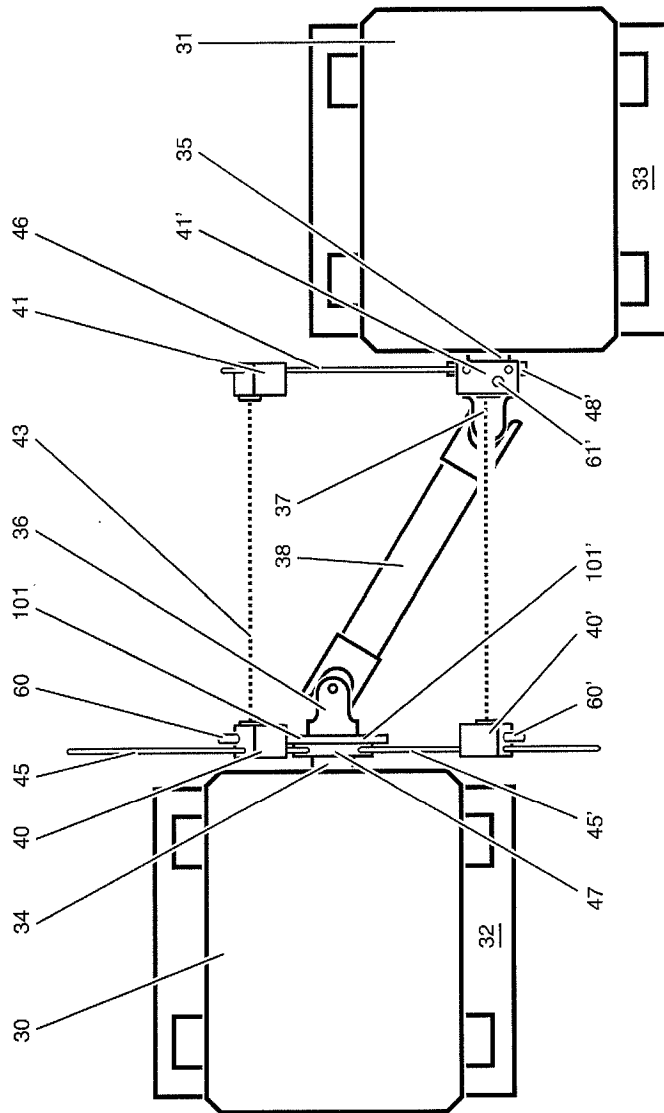


Fig. 2

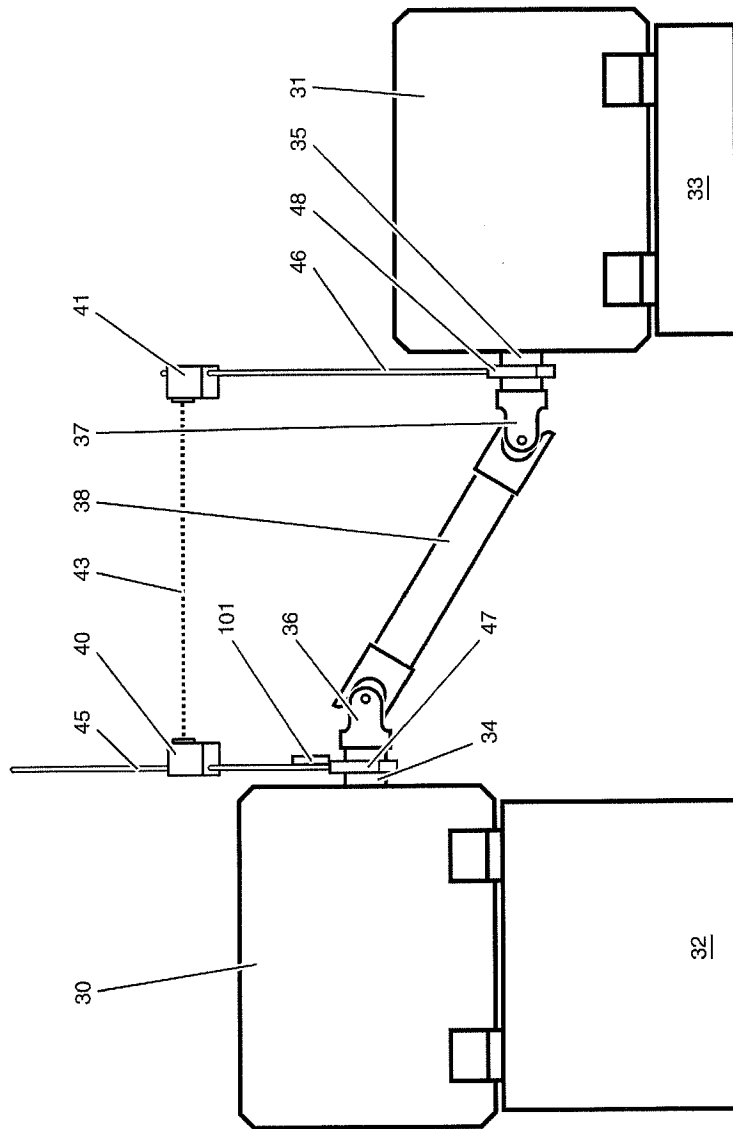


Fig. 3

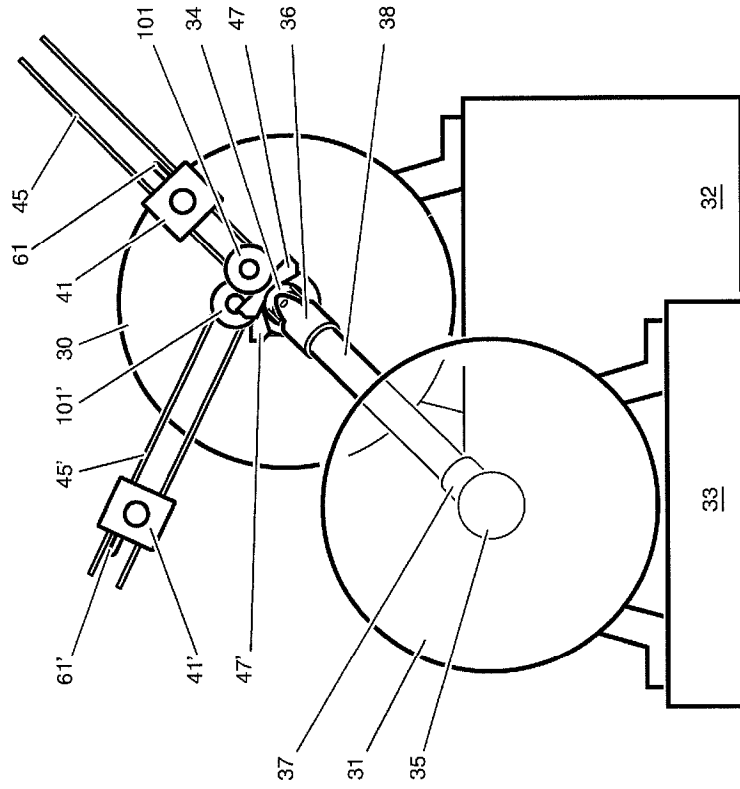


Fig. 4a

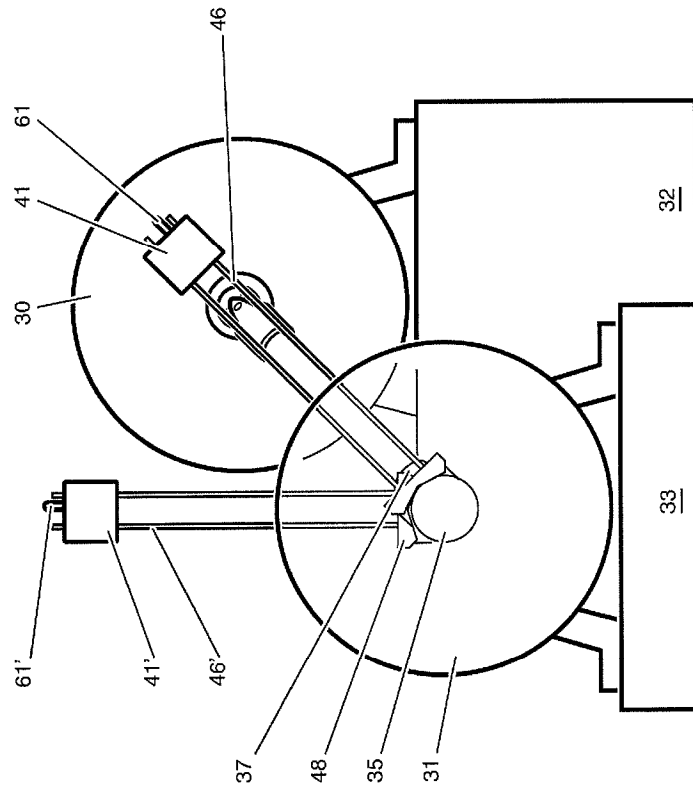


Fig. 4b